శాస్త్రవిజ్ఞానము, చరిత్ర తెలుగు-ఉర్దూ అకాడమీ ప్రచురణము-1

భూమి

డాక్టరు యస్. బాలకృష్ణ
రీడరు, జియాలజీ డిపార్టుమెంటు
ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ

శాస్త్రవిజ్ఞానము, చరిత్ర తెలుగు-ఉర్దూ
అకాడమీ, హైదరాబాదు

ప్రథమ ముద్రణము
౧౫౦౦ ప్రతులు

రు. 0-75

అజంతా ప్రింటర్సు
సికిందరాబాదు

ఉపోద్ఘాతము

డాక్టరు బాలకృష్ణగారు భూమినిగూర్చి మిక్కిలి సరళము ధారాళమునైన శైలిలో నీగ్రంథమును రచించియున్నారు. మనోజ్ఞ మయ్యు దురవగాహమైన యీ గ్రహమునుగూర్చి అత్యాధునికము లైన పరిశోధనలన్నియు నిందిమిడియున్నను ఇది విశదమై సర్వజన సుబోధముగా నున్నది. భారతదేశమునందును, అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములందలి హార్వర్డు విశ్వవిద్యాలయములోని జగత్ప్రసిద్ధము లైన జియోఫిజికల్ ప్రయోగశాలలందును, వారొనర్చిన ప్రత్యేక పరిశోధనలు భూతలమునకు సంబంధించిన సమస్యలను పరిష్కరించు నట్టివై యున్నవి.

ఈ గ్రంథమునందలి మొదటి అధ్యాయములు భూపరిశీలనము నకు సంబంధించిన వివిధాంశములపై దృష్టి నాకర్షించునట్లు చక్కగా నెన్నుకొనబడినవి. ప్రథమాధ్యాయమున భూమి ఆకారపరిమాణములు చలన భ్రమణములు, సూర్యమండలమునందలి యితర గ్రహములతో దానికిగల సంబంధము వివరింపబడినవి. ద్వితీయధ్యాయము క్రీ. శ 18వ శతాబ్దినుండి నేటివఱకు కావింపబడిన వివిధ సిద్ధాంతములను ఊహలను పరామర్శించుచున్నది. వివిధములైన అభిప్రాయములను గూర్చి వారు కావించిన సామాన్య పరిశీలనము స్పష్టము సంగ్రహమునై ప్రశంస నీయముగా నున్నది.

భూమ్యంతర నిర్మాణమునుగూర్చి తెల్పు నధ్యాయము ఖాత రంధ్రములనుండియు (bore holes) భూకంప వివరములనుండియు, వానివలన తెలియవచ్చిన ఊహాసిద్ధాంతములనుండియు, ప్రత్యక్ష పరోక్ష సాక్ష్యమును వివరించుచున్నది.

భూమివయస్సునుగూర్చి తెల్పు తరువాతిఅధ్యాయము యొక్క పూర్వభాగము ఆవిషయమును గూర్చియే ఆర్థరు హోమ్సుగారు

వ్రాసిన చిన్నగ్రంథమునకు సంగ్రహరూపమై యున్నది. హోమ్సు గారే తాము ఎంబెవరులో తరువాత ప్రచురించిన రచనలో ప్రాచీన హైందవులు భూమివయస్సు రెండువేల మిలియనుల సంవత్సరము లని సత్యమునకు చాల సన్నిహితమైనసంఖ్య నొసంగిరని వ్రాసి యున్నారు.

డా. బాలకృష్ణగారు భూమి వయస్సును కనుగొనుట కుపయోగించు ఖగోళశాస్త్రము, రేడియో యాక్టివిటీ సముద్రక్షారత్వము మున్నగు విషయములన్నిటిని మిక్కిలి చక్కగా సంగ్రహించి యున్నారు.

చివరి అధ్యాయము భూమ్యుపరితల విషయములను వర్ణించుచున్నది.

ఆంగ్లభాష తెలియనివారికి మనము నివసించు నీగ్రహమును గూర్చిన సమగ్ర విజ్ఞానమునంతను అందుపాటులోనికి తెచ్చుటకై డా. బాలకృష్ణగారు వ్రాసిన యీగ్రంథము మిక్కిలి ఉపయోగకరముగా నుండునని చెప్పుటకు నేనెంతయు సంతోషించుచున్నాను.

సి. మహాదేవన్
భూగర్భశాస్త్రాచార్యులు
ఆంధ్రవిశ్వవిద్యాలయ కళాశాలాధ్యక్షులు
వాల్తేరు



డాక్టరు యస్. బాలకృష్ణ

రీడర్, జియాలజీ డిపార్టుమెంటు, ఉస్మానియా యూనివర్సిటీ.

తొలిపలుకు

శాస్త్ర విజ్ఞానము, చరిత్ర తెలుగు-ఉరుదు అకాడమీ పక్షమున డాక్టర్ సూరి బాలకృష్ణ, పి. హెచ్. డి., గారు భూమినిగురించి రచించిన శాస్త్ర విజ్ఞానగ్రంథము ప్రచురించుచున్నాము. ఆంధ్రభాషలో శాస్త్ర విజ్ఞాన గ్రంథములు చాల తక్కువగ నున్నవనియు, వాటిని రచింపించి ప్రచురించుట మిగుల నావశ్యకమనియు వేరుగ చెప్పనక్కరలేదు. గ్రంథకర్త ఈ శాస్త్ర విజ్ఞానమునందు గొప్పపండితులు; బహు సమర్థులు. ఆంధ్ర మహాజనులు దీనిని పఠించి యెక్కుడుగ శాస్త్ర విజ్ఞానమును సంపాదింతురుగాక యని యాశించుచున్నాను.

18 జనవరి, 1960

అయ్యదేవర కాళేశ్వరరావు,
శాస్త్రవిజ్ఞానము, చరిత్ర తెలుగు ఉరుదు
ఎకాడమీ అధ్యక్షులు,
హైదరాబాదు

•

తొలిపలుకు

అతి ప్రాచీనకాలమునుండి భూమికి సంబంధించిన విచిత్రములను గూర్చి విజ్ఞానవేత్తలలో పలురకములగు ఊహలు పొటమరించుచు వచ్చినవి. 18 వ శతాబ్దియందును, 19 వ శతాబ్ది ప్రథమపాదమందును మాత్రమే యీ పృథ్వికి చెందిన సమస్యలను శాస్త్రీయముగ పరిశీలించుటయు, సోపపత్తికముగ నిరూపించుటయు ప్రారంభమైనది. తదుపరి అట్లు నిరూపింపబడిన సిద్ధాంతములలో గూడ నధికభాగము తీవ్రముగా ఖండించబడుచువచ్చెను.

ఈ పుస్తకములో భూమిని సౌరకుటుంబములో నొక గ్రహముగా తీసికొని దాని చరిత్రను, ఇతర లక్షణాలను చెప్పుట జరిగినది. భూమినిగూర్చి ప్రత్యక్ష పరిశీలనమువలన తెలిసికొనేది చాల స్వల్పము. దానిపైనున్న అతిపలుచని పొరగానుండు కొద్దిభాగమే అట్లు తెలిసికొనుటకు వీలిచ్చును. మట్టిపొరలోనికి ఇంతవరకు లోతుగా త్రవ్వబడిన బోరింగురంధ్రము నాలుగుమైళ్లకంటె కొంచెము ఎక్కువగామాత్రమే గలదు. భూమి పుట్టినప్పటినుండి ఇప్పటివరకు దాని ఉపరితలముపై జరుగుచువచ్చిన పరిణామాల గూర్చియే అనేక అభిప్రాయభేదములు చెలరేగుచుండగా, దాని అంతర్భాగము గూర్చి సమాచారము ఇంకను అంధకారములోనే వున్నదేమో !

భూమి యొక్క సాధారణ నిర్మాణమును, దాని పుట్టుకను, అంతర్గత స్వరూపమును, వయస్సును, ఉపరితల లక్షణాలను, వాటి పరిణామాలను గూర్చి వివరించటానికి ఈ చిన్ని పుస్తకంలో సాధ్యమైనంతమట్టుకు ప్రయత్నంచేయబడింది.

ఈ రచనలో సహాయపడిన ఆధారగ్రంథాలు, అభిప్రాయాలు వారి వారి పేరనే అచ్చటచ్చట ఉల్లేఖింపబడ్డవి. నా కీ ప్రయత్నంలో తోడ్పడిన శ్రీ యస్. రాజా, శ్రీ ఆర్. శేఖర్ రెడ్డి గార్లకు నా కృతజ్ఞతలు.

అడిగినవెంటనే దయతో ఈ పుస్తకమునకు ఉపోద్ఘాతము రచించిన ప్రొఫెసర్ మహదేవన్‌గారికి నా కృతజ్ఞతాభివందనములు.

హైదరాబాదు,
18-1-60

యస్. బాలక్రిష్ణ

విషయసూచిక

*

అధ్యాయము - 1.

సౌరకుటుంబములో భూగ్రహము

భూమి సౌరమండలములో నొక గ్రహము. ఇది సూర్యుని చుట్టు తిరుగుటకు ఒక ఏడు పట్టును. ఇదిగాక దినమున కొక మాఱు తనచుట్టు తాను తిరుగును. తనచుట్టు తానే ప్రదక్షిణము చేయుటను పరిభ్రమణము (Rotation) అనియు, సూర్యునిచుట్టు తిరుగుటను భ్రమణము (Revolution) అనియు అందురు. ధ్రువములవద్ద చదునుగానున్న గోళము భూమి ఆకారము.[1] అందుచే ధ్రువవ్యాసము నిరక్షరేఖమీది వ్యాసముకన్న తక్కువ. ధ్రువ వ్యాసము 12,735 కి. మీ. లేక 7914 మైళ్ళు. నిరక్షరేఖ మీద వ్యాసము పొడుగు దీనికన్న 43 కి.మీ. లేక 27 మైళ్ళు ఎక్కువ. కాని సామాన్యముగా భూమిని గోళమనుకొని, వ్యాసమును సుమారుగా 8000 మైళ్ళుగా తీసికొని దాని ఘనపరిమాణము నంచనా వేయుదురు. అట్లు లెక్కచేసిన భూపరిమాణము $10\ 8 \times 10^{11}$ ఘ. కి. మీ. లేక $2\ 6 \times 10^{11}$ మైళ్ళు. అట్లే లెక్కించబడిన భూమ్యుపరితల విస్తీర్ణము 51×10^{7} చ. మైళ్ళు. న్యూటను గురుత్వాకర్షణ సూత్రము ననుసరించి అంచనావేయబడిన భూభారము 67×10^{21} కి. గ్రా. లేక

1. అధునిక ఉపగ్రహముల ప్రయోగముల ద్వారా లభించిన సమాచారమును బట్టి భూమి యొక్క ఆకారము జీడిమామిడిపండువలె నుండునని తెలియుచున్నది.

6.7×10^{21} టన్నులు. అందుచే మొత్తముగా భూమిసాంద్రత 5.5. కాని భూమిలోని పైపొరలోని శిలల సాంద్రత 2.7 ఉండుటబట్టి భూమ్యంతర్భాగము ఎక్కువ సాంద్రతగల పదార్థముచే నిర్మితమైనదని తేలుచున్నది.

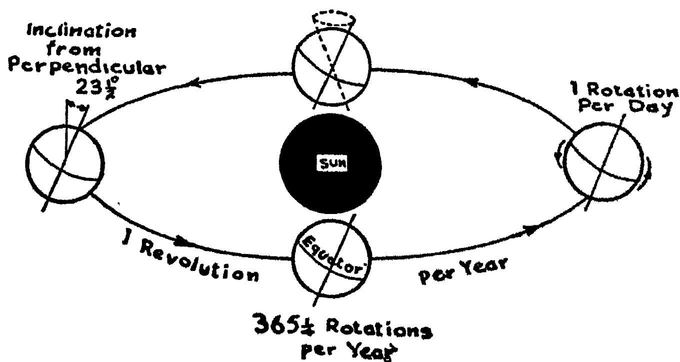
బొంగరము ఒకనిలువైన ఇరుసుపై గిరగిర తిరుగునట్లుగనే భూమియు ఒక ఊహారేఖచే సూచించబడు అక్షముపై తిరుగుచున్న దనవచ్చును. ఈ ఊహించబడిన భూమ్యక్షముయొక్క చివరలు ఉత్తర, దక్షిణ ధ్రువములని వ్యవహరించబడుచున్నవి. భూపరిభ్రమణము మన దినమునకు మూలాధారమని పైననే అనుకొంటిమి కదా! అందుచే నిరక్షరేఖమీది ఒకబిందువు దినమునకు 40,000 కి. మీ. అనగా భూపరిధిని చుట్టవలసియుండగా ధ్రువములవద్ద ఒక బిందువు తనచుట్టు తానే తనచోటులోనే గిరగిర తిరుగుచుండును. భూమియొక్క పరిభ్రమణము, భ్రమణతలమునకు $66\frac{1}{2}°$ వాలియున్నది. అందుచే భూమికి పటవాలు చలనము (Wobbling) కలదు. ఈ పటవాలుచలన కాలపరిమితి 2600 ఏళ్ళు.

భూమి మొత్తముగా నొక స్థిరపదార్థము (Rigid Body). దానిపైని వివిధప్రదేశములకు సాపేక్షముగా స్థానచలనముండదు. భూమి సూర్యుని చుట్టు తిరుగు పథము అండవృత్తము (Elliptical). సూర్యుడు దానియొక్క ఒకానొక సంగమబిందువు వద్ద యుండును. సూర్యునివద్దకు భూమిచేరు అల్పతమదూరము సుమారు 14.6 కోట్ల కి. మీ. లేక 9.1 కోట్ల మైళ్ళు. అధికతమ దూరము 15.1 కోట్ల కి. మీ. లేక 9.4 కోట్ల మైళ్ళు.

గ్రహముల పట్టిక

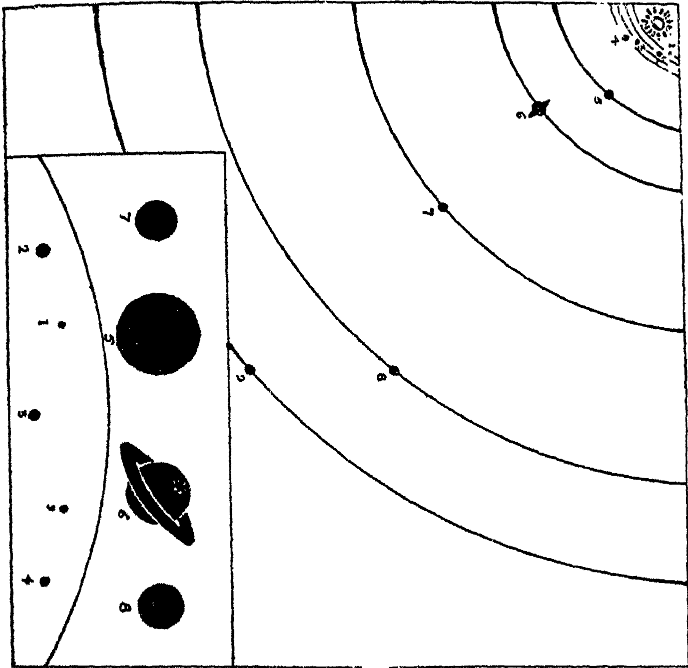
గ్రహము	సూర్యునినుండి భూమ్యపేక్షతో గల దూరము	కాలపరిమితి	వ్యాసము	సాపేక్ష ద్రవ్యరాశి	సాపేక్ష సాంద్రత	ఉపగ్రహముల సంఖ్య
బుధుడు	0.39	88 దినములు	3,100 మై	0.055	4.8	0
శుక్రుడు	0.72	225 ,,	7,700 ,,	0.79	4.7	0
భూమి	1.00	1 సం.	7,900 ,,	1.00	5.5	1
కుజుడు (అంగారకుడు)	1. 5	1.8 ,,	4,200 ,,	0.11	4.0	2
గురువు (డు)	5. 2	11.9 ,,	88,000 ,,	317	1.2	11
శని	9. 5	29.5 ,,	74,000 ,,	95	0.7	9
యురేనసు	19. 2	84 ,,	32,000 ,,	14.7	1.3	5
నెప్ట్యూను	30. 1	165 ,,	31,000 ,,	17.2	1.6	2
ప్లుటో	39. 3	248 ,,	4,000 ,,	0.8	5.0.	?

సగటుదూరము 9.2 కోట్ల మైళ్ళు లేక 14 9 కోట్ల కి. మీ. భ్రమణ పరిభ్రమణకాలములు భిన్న నిష్పత్తిలో నున్నవి. ఒక భ్రమణకాలములో సుమారు 365¼ పరిభ్రమణములు జరుగుచుండును. భ్రమణకాలమును పరిభ్రమణకాలమువలెనే నియతముగా నుండి మన ఒక సంవత్సరమును నిర్వచించును. భూమి యొక్క అండాకారపథముయొక్క తలమునకు భూమి అక్షము 66½° వాలియుండుటనుబట్టి ఏటువాలు చలన మున్నదని పైన తెలిసికొంటిమి. అనగా భూమియొక్క నిరక్షరేఖాతలము పథ తలమునకు 23½° వాలియున్నది. మన వ్యవహారము లోనున్న అధికతమ వేగముకన్నను భూమివేగము మిక్కిలి ఎక్కువ. 9.2 కోట్ల మైళ్ళ తనపథములో అది సెకనునకు 18.5 మైళ్ల తీవ్రవేగమున గమించుచుండును.



పటము - 1

మన యీ సౌరకుటుంబములో సూర్యుడు సంగమస్థాన ముగా, సౌరకుటుంబముతో సాపేక్షముగా సూర్యుడు స్థిరముగా



పటము 2

1. బుధుడు	4. కుజుడు	7. యురానెస్
2. శుక్రుడు	5. గురువు	8. నెప్ట్యూన్
3. భూమి	6. శని	9. ప్లూటో

ఉండగా, ఇతర భూమి మొదలైన గ్రహములు సూర్యునిచుట్టు తిరుగునట్లే, సూర్యుడును విశ్వాంతరాళములోని ఇతర నక్షత్ర ములవలె తనకుటుంబముతో పాటు భ్రమించుచుండును. సూర్యుని

కలుపుకొని సౌరకుటుంబము తనచుట్టు తాను పరిభ్రమించు చున్నది. ఇతర గ్రహముల భ్రమణతలములును, వాని వాని దిశలును భూమి భ్రమణతలమునకు, దీని దిశకు వ్యతిరేకముగా లేవు. 3-వ పుటలోని పట్టికలో సూర్యకుటుంబములోని గ్రహముల యొక్క కొన్ని ప్రధానలక్షణములు తెలుపబడినవి. రెండవ పటములో సౌరకుటుంబ పరిమాణము తెలుపబడినది. సూర్యునకు అధికతమదూరములోనున్న ప్లూటోగ్రహకక్ష్యను ఒక మైలు వ్యాసముగాగల వృత్తముగా ఊహించినచో, సూర్యుడు 8″ వ్యాసముగాగల చిన్నబంతివలె ఆ వృత్తకేంద్రమువద్ద నున్నట్లూహించవచ్చును. అట్లే భూమిని సూర్యునకు 125′ దూరముననున్న చిన్నగోలీగా కల్పన చేయవచ్చును.

సౌరకుటుంబములో సూర్యుడు ఒక్కడే నక్షత్రమగుట వలన ఇతర గ్రహములకులేని స్వయంప్రకాశమానశక్తి ఈ గోళమునకు గలదు. దాదాపుగా 14,40,000 కి. మీ. లేక 9,00,000 మైళ్ల వ్యాసముగలిగిన గోళముగా సూర్యుని ఊహించవచ్చును. దాని తారతమ్య సాంద్రత 1.4 ఉండునని తలంచబడుచున్నది. దాని ఉపరితలముమీది ఉష్ణోగ్రత సుమారు 6,000°C ఉండుననియు, అంతర్గత ఉష్ణోగ్రత బహుశః మిలియను సెం. డి. ఉండునని చెప్పబడుచున్నది. తరంగ కల్లోలితమగు సముద్రమువలె సూర్యుని ఉపరితలము తెల్లనివాయువుల నెగజిమ్ముచుండును. ఇతర బృహద్గ్రహములతో పోల్చినపుడు భూమి ఎంత చిన్నగా వుండునో సూర్యుడితర నక్షత్రములతో పోల్చినపుడు సైజులో అంతకన్నను చిన్నగా ఉండును.

అందుచే భూమి సూర్యునిచుట్టు తిరుగు గ్రహము; లేక మూడవరకపు నక్షత్రముచుట్టు తిరుగు రెండవరకపు గ్రహముగ భూమిని పేర్కొనవచ్చును. అది తనచుట్టుతానుతిరుగుచుండును. దాని యాకృతి 12900 కి. మీ. లేక 8000 మై. వ్యాసముగా గలిగి, ధ్రువములవద్ద చదునుగానున్న ఒక గోళము. దాని సుమారు సాంద్రత 5.5. దాని పరిభ్రమణకాలము 24 గం. భ్రమణ పరిమితి 365¼ దినములు. దాని గమన పథము లేక కక్ష్య అండాకార గోళము. సూర్యుడినుండి దాని సుమారు దూరము 9.2 కోట్ల మైళ్ళు.

అధ్యాయము - 2.

భూమియొక్క ఉత్పత్తి

భూమ్యుత్పత్తి సౌరకుటుంబము యొక్క ఉత్పత్తితో సన్నిహితసంబంధము కలిగియున్నది. భూమి యొక్క భౌతిక, గతి విషయములందు గల క్రమబద్ధత భూమియొక్క ఉత్పత్తి యాదృచ్ఛికముగ జరుగలేదనుటను సూచించుచున్నది. ఇంతే కాదు. సూర్యకుటుంబములోని గ్రహములన్నియు ఒకేదిశ లోను, ఇంచుమించుగా నొకే తలమందును తిరుగుచున్నవి. ఇదే సూత్రము గ్రహములందే కాక, వానివాని ఉపగ్రహము లందుకూడ సత్యమే. వీని కక్ష్యలుకూడ అండాకారవృత్తములే!

గడచిన కొలది సంవత్సరములలో సూర్యకుటుంబము యొక్క ఉత్పత్తిని గూర్చి, తద్వారా భూమ్యుత్పత్తినిగూర్చి, అనేకసిద్ధాంతములు బయలువెడలినను, వానిలో నేయొక్కటియు సౌరకుటుంబము యొక్క ముఖ్యలక్షణమును గూర్చి ఇంతవరకు తృప్తికరముగా విపులీకరించలేకపోయెను. సిద్ధాంతములెప్పు డును (i) స్థిరపడిన భౌతికసూత్రముల కనుగుణముగను, (ii) ఊహాలకు సంబంధించిన ప్రక్రియలు, హద్దులు దాటకుండు నట్లుగను, (iii) భూమ్యాకృతియందలి సామాన్యలక్షణముల కనుగుణముగను ఉండవలెను.

సూర్యకుటుంబము యొక్క ఉత్పత్తిని గూర్చి చెప్పబడిన పలురకములగు సిద్ధాంతములను స్థూలముగా రెండు సంప్ర

దాయముల క్రింద విభజించవచ్చును. మొదటి సంప్రదాయము సూర్యకుటుంబము యొక్క క్రమపరిణామమును, రెండవది అవాంతరపరిణామ (Cataclysmic) క్రియను నమ్మును.

ఇమాన్యుయేల్ కెంటు 1755 లో భూమ్యుత్పత్తిని గూర్చి మొదటి సిద్ధాంతము ప్రతిపాదించెను. మొదట మొదట సూర్యుడు తన గురుత్వాకర్షణమునుబట్టి తనచుట్టు తిరుగుచుండు ఒక నక్షత్రనీహారిక మధ్య ఉండెనని యతడు చెప్పెను. విడికణముల మధ్య జరుగు సంఘర్షణల ఫలితముగా ఆ నీహారిక ఒక పెనమువలె విస్తృతినొందెననియు దానిలోని పదార్థము సాంద్రతరభాగములచుట్టు ప్రోగుపడి అనేక గ్రహమండలము లేర్పడియుండుననియు అతని యూహ. మరల ప్రతిమండలమందు నిట్టి పరిణామములుజరిగి ఉపమండలము లేర్పడియుండునని యతడూహించెను.

1796 లో లెప్లాస్ అనునతడు కెంటు సిద్ధాంతము నెరుగకయే తన సిద్ధాంతము నొకదానిని లేవదీసెను. ఒక శతాబ్దిపాటు భూమ్యుత్పత్తినిగూర్చిన కల్పనలలో నది అసమాన ప్రతిభను గడించెను. అతడు ఈ క్రింది రెండంశములతో తన వాదనను బలపరచెను. (i) విశ్వమందు నక్షత్రనీహారిక (Nabulae) లుండుట, (ii) శనిగ్రహపు ఉంగరపుటాకారము.

తన వాదమునకు మూలముగా లెప్లాసు సూర్యుడు వాతావరణముచే చుట్టబడిన దట్టమగు కేంద్రకమందుగల గొప్ప వాయుగోళమని భావించెను. ఈ నక్షత్రనీహారిక పరిభ్రమించుచు, (తనచుట్టుతాను తిరుగుచు) పరిభ్రమణ వేగమును

పెంచుకొనుచు తన పరిమాణములో తగ్గిపోజొచ్చెను. ఫలిత ముగా గురుత్వాకర్షణశక్తిని కేంద్రావసారిబలను (Centri-fugual force) అతిక్రమించెను. గిరగిర తిరుగు చక్రము బురదను చిమ్మునట్లే సంకోంచముచెందిన నీహారిక పదార్థమును చిమ్మెను. ఈ చిమ్మబడిన పదార్థము శనిచుట్టునున్న కడియమువలెనే, నీహారిక చుట్టును కడియముగా నేర్పడి దానిదిశలోనే తిరుగ సాగెను. ఈ పదార్థము ప్రోగుపడి, చల్లారి ఒక ముద్దగా ఘనీభ వించియుండును. ఈ 'ముద్ద' ఆ నీహారిక చుట్టు వలయకక్ష్యలో తిరుగుట మొదలిడెను. ఇదే ప్రక్రియ మరికొన్నిచోట్ల జరిగి, గ్రహము లేర్పడియుండును.

పై లెప్లాసు సిద్ధాంతము సూర్యపరిభ్రమణతలము గ్రహ కక్ష్యాతలమునకు 6° ఏల వాలియుండెనో వివరించలేకపోయెను. గురుత్వాకర్షణశక్తి కేంద్రావసారి బలముచేత అతిక్రమించబడి నపుడు గ్రహమునుండి కడియమేర్పడునేమోగాని, కడియము నుండి గ్రహమేర్పడుట అసంభవమని క్లార్కు-మాక్సువెల్ ల పరిశోధనాఫలితముగ తేలినది.

ఈ సిద్ధాంతమునకు మూడవబాధక మేమనగా ఇది నిజము కావలయునన్న సూర్యుని వ్యాసము 600 కోట్ల మైళ్ళుండవలయును. కాని ఇప్పటికి తెలిసియున్న బృహన్నక్షత్ర ములవ్యాసము 160 కోట్ల మైళ్ళు మాత్రమే.

నాల్గవ ముఖ్యమగు బాధకము కోణీయభారగతిది. నీహా రిక యొక్క మొత్తము కోణీయగతిభారము సూర్యునియొక్క ఇతర గ్రహముల యొక్క కో. గ. భా. సమానముగ నుండ

వలెను. అంతేగాక సూర్యుని కో.గ.భా. గ్రహముల మొత్తము కో.గ.భా. కన్న ఎక్కువగా వుండవలెను. లెప్లాసు సిద్ధాంతము సరియైనచో గ్రహము యొక్క కో. గ. భా. దానియొక్క భారము, వేగము, కక్ష్యయొక్క వ్యాసార్ధముల లబ్ధమునకు సమానము కావలెను. కాని సౌరకుటుంబములో గ్రహముల మొత్తము కో. గ. భా. 98% ఐఉండగా, సూర్యుని కో. గ. భా. 2% అయివున్నది.

ఒక కడియముతర్వాత మరియొకటి విసరివేయబడినపుడు సూర్యుని వేగము ఎక్కువకావలెను. అనగా ఇప్పటి సూర్యుని వేగముకన్న 50 రెట్లుండవలెను. ఎక్కువ కావలసియున్న సూర్యుని వేగముతక్కువగుట లెప్లాసు సిద్ధాంతములో గొప్ప విపరీతము. ఇది ఈ సిద్ధాంతమున కైదవబాధకము. ఈ బాధకములను పురస్కరించుకొని ఈ సిద్ధాంతము త్రోసివేయ బడినది.

క్రమపరిణామము గూర్చిన సిద్ధాంతములు త్రోసివేయ బడగా, ఇక అవాంతరపరిణామము గూర్చిన సిద్ధాంతములే భూమి ఉత్పత్తిని వివరించుటకు ప్రత్యామ్నాయముగా మిగిలి పోయినవి.

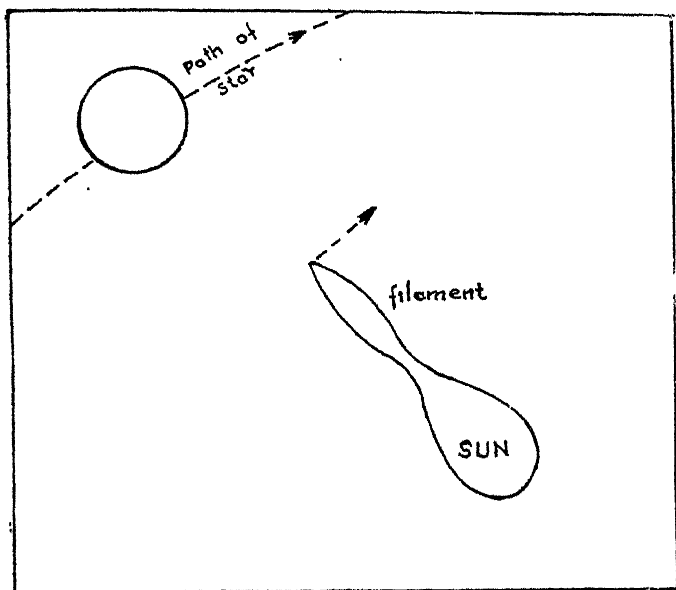
సర్ జేమ్సుజీన్స్, ప్రొఫెసర్ హెరాల్డు జెఫ్రీసు అను వారలు ఒక తరంగవేల సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించిరి. దీని ప్రకారముగా సూర్యుని ప్రక్కగా పోవు నొక పెద్ద నక్షత్రము సూర్యునియందు వాయుతరంగములను లేవదీసెను. ఈ తరంగ ములు చంద్రుని ఆకర్షణమువలన సముద్రములో లేచు తరంగ

ములకు అనురూపకములే. నక్షత్రము తనదారినతానుపోవుచు, వెనువెంటనే ఈ వాయుపదార్థమును కొనిపోయెను. ఇట్లు ఈ వాయుపదార్థము యొక్క పొడవు నమ్మశక్యముగానట్లు సాగినది. ఈ సాగుటలో పదార్థము ముద్దలుగా విడివడి గ్రహములుగా సంకోచముచెందినది. దాని పొడవు అస్థిరమగుటవలన అవి దూరమగుచున్న నక్షత్ర గురుత్వాకర్షణ శక్తివలన పార్శ్వ వేగమును గడించినవై సూర్యునిచుట్టు తిరుగుచుండును. ఇపుడు గ్రహములన్నియు నొకే దిశయందును, నొకే తలమందును పరిభ్రమించుట, భ్రమించుట జరుగవచ్చును. కాని ఆ తలము సూర్యపరిభ్రమణ తలముకన్న భిన్నముగానుండవచ్చును. కనుక ఈ సిద్ధాంతములను బట్టి ఈ రెండుతలముల మధ్య 6 డిగ్రీల భేదమేర్పడుటకు సమాధానము కుదురగలదు.

ఇంక గ్రహముల కక్ష్యలు వలయాకారము లగుటకు కారణము మొదట అవి అతిదీర్ఘములై యుండెను. కాని సూర్యుని ప్రక్కగా నక్షత్రము జరిగిపోవునపుడు వాయు జ్యోతియే గాక మరికొంత వాయుపదార్థము గూడ సూర్యుని చుట్టు చిమ్మబడియుండవచ్చును. ఈ పదార్థము గ్రహమార్గమున కాటంకము నేర్పరచుటచే దీర్ఘవృత్తముగాక గ్రహకక్ష్య ఇంచుమించుగా వలయాకారములోనేర్పడెను. కాని ఈ పాటు-పోటు సిద్ధాంతముతో నంతయు కుదుటబడ లేదు. గ్రహములు సూర్యుడి నుండి ఇంత అపారదూరమున కేల లాగబడెనో తెలియదు.

1905లో చేంబర్లిను, మౌల్టను అనువారిచే ప్రతిపాదింపబడిన సిద్ధాంత మొకవిధముగా "పాటు-పోటు" సిద్ధాంతమునకే

సంబంధించి యుండును. అతి ప్రాచీన కాలమున సూర్యగోళ ఉపరి భాగమందు కొంత భాగము అతి త్వరితముగా తెంచుకొని



పటము-3. తరంగవేలసిద్ధాంతము.

పోవుట తరచు సంభవించుచుండెడిదని వారు భావించిరి. సూర్యుని ప్రక్కగా గ్రహము చలించునపుడా తెంచుకుపోయిన వాయుపదార్థములనుండి కొన్ని ద్రవ్యరాసుల చిన్న మొత్తములు ఏర్పడి సూర్యుడినుండి మిక్కిలిదూరములకు లాగబడియుండును. తదుపరి ఈ మొత్తములు కొన్ని కూడి గ్రహాములుగా నేర్పడి యుండును. కాని ఈ సిద్ధాంతములో చిన్న మొత్తము లెట్లు గ్రహాములుగా ఘనీభవించెనో చెప్పబడలేదు.

గ్రహములు సూర్యగోళము నుండి అపార దూరములో నుండుటను గూర్చియు, కోణద్రవ్యరాశిని (angular) గూర్చియు పాటు-పోటు సిద్ధాంతము సరిగా వివరించ లేకపోవుట యే దానికి ముఖ్యమగు ప్రతికూలవాదమయ్యెను. కనుక H. N. రసెల్ అనునతడు సూర్యగోళ మొక జంట నక్షత్రమండలములో నొకటి యని యంగీకరించుచో ఈ బాధకము తొలగిపోవునని సూచించెను. (ఆ రెండు నక్షత్రములలో నొకటి రెండవదాని చుట్టు పరిభ్రమించుచుండును.) ఆ రెండవ నక్షత్రము ప్రస్తుతము సూర్యుడి నుండి శనిగ్రహ మున్నంతదూరములో నుండును. ఇంక సూర్యునిప్రక్కగా పోయియున్నదని చెప్పబడిన నక్షత్రము ఈ జంటలో సూర్యుడు కాక రెండవదానిలో తరంగవేలను జనింపజేసెను. కాని సూర్య సహచర నక్షత్రము తన జ్యోతిః పుంజము యొక్క అధీనమునుండి యెట్లు విడిపోయెనో, తరంగ వేల వలన వేర్పడిన జ్యోతి గ్రహములుగా నెట్లు ఘనీభవించెనో అను విషయమును ఈ సిద్ధాంతము వివరింపజాలదు. మరియు సూర్యుడి నుండి ఒకే దూరములో నేర్పడిన గ్రహములు వేయ వేరు దూరముల కెట్లు పోయినవో గూడ నీ సిద్ధాంతము చెప్ప జాలదు.

1944 లో డా. వైజ్ సేకర్ అనునత డొక సిద్ధాంత మును లేవదీసెను. దాని ననుసరించి సూర్యు డొక దట్టమగు అంతర్ నక్షత్ర మేఘములో చొచ్చుట తటస్థించెను. అందులో లక్ష సంవత్సరము లుండుననియు తలంచబడుచున్నది. ఈ విశ్వ మం దట్టి గొప్పగొప్ప మేఘమండలములుండునని తలంచుటలో

అభ్యంతరములేదు. అంత, సూర్యుడు తన గురుత్వాకర్షణము వలన ప్రస్తుతపు సూర్యకుటుంబ మండలము యొక్క వ్యాస ముతో రెండు మూడు వందల మిలియనుల మైళ్ల మందము గల యొక గొప్ప సౌరఆవరణ (solar envelope) నేర్పరచుకొనెను. ఈ పైనున్న ఆవరణమునుండి గ్రహములేర్పడినవి. ఈ సిద్ధాంతము లోని విశేష మేమనగా సూర్యగోళమునుండి గ్రహములకు గల దూరములలో భేదములు ఏర్పడుటకుగల కారణమునకు తృప్తి కరమగు సమాధానము కుదురును.

హోయిలే అనునతడు 'నోవా' సిద్ధాంతము నొకదానిని స్థాపించెను. 'నోవా' అనునది గొప్ప తీవ్రతతో ప్రేలి తేజస్సు బాగా పెరిగి వెంటనే క్షీణించు నక్షత్రము. ఈ గ్రహమండల మంతయు ఒక గొప్ప నోవా యొక్క (super nova) ప్రేలుడు వలన ఉత్పన్నమైనదని హోయిలే భావించెను. వెనుక సూర్యు నితో జంట నక్షత్రమని చెప్పబడినది ఈ గొప్ప నోవానక్షత్రమే. ఈ యూహాయం దసంభావిత మేమియు లేదు. గడచిన వేయి సంవత్సరములలో మన నక్షత్రవీథి (galaxy) నుండి అట్టి గొప్ప నోవాలు మూడు ప్రేలినవి. ఈ సిద్ధాంతములో మరియొక ఊహ ఏదన ఇట్టి ప్రేలుడు జరిగినపుడు వాయుపదార్థముల ప్రేలుడు ఒక దిశలో మిగత దిశలందు కంటె అధికతరమగును. సౌష్ఠవత లేని కారణమున అది సూర్యునిదిశలో అధికతరమై గ్రహము లేర్పడుటకు తగిన ద్రవ్యమును సంగ్రహించెనను కల్పనచేయ వలెను. మరియు ఆ ప్రేలుడుయొక్క తీవ్రతవలన ఆ నక్షత్రము

సూర్య గురుత్వాకర్షణమును ఛేదించుకొని విశ్వాంతరాళమున లీనమై పోయెననిగూడ నంగీకరింపవలసి యుండును.

ఈ సిద్ధాంతములో గూడ కొన్ని లోపములు లేక పోలేదు. ఇంతకు పూర్వపు సిద్ధాంతములు వివరింపజాలని కొన్ని యంశముల నిది నిరూపించగలిగెను. సూర్యమండలమందు హైడ్రోజను, హీలియంవంటి లఘుమూలపదార్థములును, ఇతర గ్రహములందు భారమూల పదార్థములును ఉండునని సహేతుకముగా చెప్పగలిగినను గ్రహముల పరిభ్రమణమును గూర్చియు, ఉపగ్రహములు ఏర్పడుటను గూర్చియు ఈ సిద్ధాంతము వివరించ జాలకపోయెను. ఆ గొప్ప నోవా బ్రద్దలైనపుడు పుట్టు ఉష్ణోగ్రత సూర్యగోళ మధ్యమందుండు దానికన్న 300 రెట్లుండె ననియు ఆ ఉష్ణమునకు అనేక విధములగు కేంద్రకప్రతిక్రియలు (Nuclear reactions) జరిగి భారమూలకము లుత్పన్నమై యుండుననియు భావించవలెను.

అధ్యాయము 3

భూమియొక్క అంతర్గత నిర్మాణము

ఈ సమస్యనుగూర్చి వచ్చిన సాహిత్యమును బట్టియు, స్థాపించబడిన కొలది సత్యములనుబట్టియు ఈ సమస్య యెంత తికమకగాను, ఆలోచనాప్రేరకముగను వున్నదో చెప్పవచ్చును. భూమిలోని ఏ మూడు లేక నాలుగు మైళ్ల లోతువరకుగల పదార్థమునో మాత్రమే చేతితో స్పృశించి, కంటితో వీక్షింప గలుగుదుము. కాని ఉపరితలమునుండి 4000 మైళ్ల లోతున వున్న భూకేంద్రమునందున్న పదార్థమును మన మేధాచక్షువే చూడగలదు. ఈ సమస్యను తేల్చుటకుగల అవకాశములు పరిమితమై యుండుటచేతను, ఆ పరిస్థితులన్నియు మన సాధారణ అనుభవములకు దూరముగ నుండుటచేతను, పలువురు శాస్త్రజ్ఞులు ఒక నిశ్చితాభిప్రాయమునకు రాజాలక యున్నారు. ఈ విషయమందు ఖగోళశాస్త్రమునకు, భూరసాయనిక శాస్త్రమునకు, శిలాశాస్త్రమునకు, భూతత్వశాస్త్రమునకు, భూభౌతిక శాస్త్రమునకు సంబంధించిన సమాచారమునకు కొరతయేమియు లేదు. కాని ఈ సమాచారమంతయు భూమ్యంతర్భాగమును గూర్చి అస్పష్టముగనే యున్నది. భూమ్యంతర్భాగమునందలి రహస్య స్వభావమును కనిపెట్టుటలో ఈ క్రింది ప్రశ్నలయందు దృష్టివుంచవలెను: అంతర్భాగమున మండలము లేవైనయున్నచో

అట్టి మండలము లేవేవి ఏకజాతీయములు (Homogeneous) గా నున్నవి ? అయిన మిగిలిన వెట్లుండును ? అంతర్భాగమునందలి పరిస్థితుల కనుగుణమగు అనేక దృష్టాంతములనుబట్టి నిరూపించ గల సదృశధర్మములగు పదార్థములేవి ?

సుమారు 50 సంవత్సరముల క్రిందటి వరకు భూమి యొక్క అంతర్భాగమును గూర్చి తెలిసికొనుటకు భూగోళ గణితము, ఖగోళశాస్త్రము ముఖ్యమగు సాధనములు గా నుండెడివి. అందు రెండు ముఖ్యవిషయములు స్థాపించబడెను. గురుత్వాకర్షణము యొక్క విలువనుబట్టి, భూమి యొక్క కొలతలనుబట్టియు, దాని సాంద్రత సగటున 5.52 ఉండునని కనిపెట్టబడెను. పైనుండు శిలాభాగముయొక్క సాంద్రత 3 మాత్రమేనని వెనుక చెప్పబడెను. ఖగోళగణితముయొక్కయు భూగోళ గణితపు కొలతల యొక్కయు సమష్టి పరిశీలనము వలన తిరుగుడు శక్తినుండి జనించు జడవేగము (moment of Inertia), అదేపరిమాణమును, ద్రవ్యరాశియు, ఏకరూప సాంద్రతయు గల ఒక గోళమున కుండుదానికన్న తక్కువగా మాత్రమే యున్నదని తెలియుచున్నది. కనుక ఉపరిభాగమునందు కంటె కేంద్రమువద్ద అధికతర సాంద్రత యుండియుండునని చాల కాలము క్రిందటనే స్పష్టమయ్యెను. డానా, వీచెర్టు అనువారలు అధిక సాంద్రతగల మధ్యభాగము, అల్ప సాంద్రతగల ఉపరిభాగ ముచే ఆవరింపబడియున్నదని విశ్వసించిరి. ఉల్కలలోని సంఘటన మునుబట్టి ఇట్లూహింపబడుచున్నది. అనగా అవి భిన్నమగు రెండు ముఖ్యపదార్థములచే నేర్పడియుండును. అవి సైకతీయములు

(silicates), ఇనుప ఖనిజములు అయియుండును. వీచెర్టుయొక్క గణనమంతయు అంతర్భాగము ఇనుముతో సమానమగు సాంద్రతగల పదార్థము, పై భాగము మిక్కిలి బరువగు రాతి యొక్క సాంద్రతతో సమానమగు పదార్థముపై నాధారపడి యున్నది. అంతర్భాగమును మొత్తము రెండు విభాగములుగ నతడు చేసెను. ప్రతి విభాగమునందు ఏక సాంద్రత గల పదార్థములు గలవు. అంతర్భాగము విడిభాగములలోని సాంద్రతలు వరుసగా 4.3, 12.2 ఉండునని తేల్చబడినది.

లోతైన బావులలోను, గనులలోను, బోరింగులలోను ప్రత్యక్ష పరిశీలనము వలనను, అగ్నిపర్వత ప్రాంతములందలి లావాలో పరోక్షనిదర్శనముల వలనను భూమ్యంతర్భాగమున ఉష్ణతాభేదమున్నట్లు స్పష్టమగుచున్నది. యూరపునందు ఇట్టి ఉష్ణతాభేదము ప్రతి 104 అడుగుల లోతునకు 1°c మారుననియు, ఉత్తర అమెరికాలో ప్రతి 138 అ.ల లోతునకు 1°c మారుననియు కనిపెట్టబడెను. ఈ భేదక్రమము లోతునుబట్టి మారినచో యూరపునందు 20 మైళ్ల లోతున, ఉత్తర అమెరికాలో 26 మైళ్లలోతున 1000°c ఉష్ణోగ్రత యుండగలదు. ఉష్ణోగ్రతా భేదములలోని ఈ తేడా ఆయా ప్రాంతముల పూర్వ యుగములందలి భూతత్వపరిణామముల మూలకమైయుండును. ఇదే వాదము ననుసరించి ఉష్ణోగ్రతాభేదక్రమము (Temperature gradient) ఏకరీతిగా నుండునని భావించినచో భూమి యొక్క కేంద్రము (core) నందు 200,000°c ఉష్ణోగ్రత యుండునని ఊహించవచ్చును.

ఇదిగాక మరికొందరు వేరొక విచిత్ర సిద్ధాంతమును లేవ దీసిరి. దానిననుసరించి కొంతలోతు పోయినతదుపరి ఉష్ణోగ్రతా భేదక్రమము తలక్రిందై పోనుపోను తగ్గుచు భూకేంద్రము వద్ద ఉపరిభాగమునఉండు ఉష్ణోగ్రతయే యుండునని చెప్పిరి. విపరీత మగు లోతులలో అధికపీడనమే లేనియెడల శిలలన్నియు సాధారణముగా కరగిపోవలసియుండును. ఒక ఘనఅడుగు పరి మాణము గల రాయి సగటున 180 పౌనులు తూగును. కనుక ఒక మైలు లోతున ఈ బరువుయొక్క పీడనము ఘనఅడుగు 1కి 425 టన్నులుండును. సాధారణ పరిస్థితులలో ఎట్టి రాళ్లనైన కరిగించదగు 1000°c ఉష్ణోగ్రతయుండు 25 మైళ్ల లోతున చ. అ. 1కి కనీసము 10,000 టన్నుల పీడనమైన ఉండవలెను. ఈవిధముగాఅంతర్భాగపు కేంద్రము (core) 200,000°c ఉష్ణో గ్రతను కలిగియుండగా, అచట చ. అ. 1కి 2,000,000 టన్నుల పీడనము కూడ నుండును. ఉష్ణోగ్రత వలన రాళ్ళు కరగగా; పీడనము అట్లు కరగుటను అడ్డగించి వాటిని ఘన రూపమునందే ఉంచును. బహుశః ఈ ఉష్ణోగ్రత, పీడనముల ఫలితములు సరిసమానముగా నుండియుండవచ్చును. కనుక కొన్ని లోతులందు అధికపీడన ఫలితముగా ఘనపదార్థపు ధర్మ ములు గల ద్రవము ఉండుననను విపరీత భావనకు తావుగలదు.

భౌమాయస్కాంత నిదర్శనము (Geomagnetic Evidence)

భూమి యొక పెద్ద అయస్కాంతము వంటిది. అంత ర్భాగముననే ప్రారంభమగు నొక అయస్కాంతక్షేత్రము గూడ

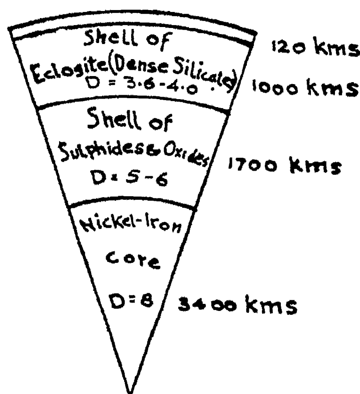
భూమికి గలదు. కాని అట్టి క్షేత్రమును గూర్చిన కారణము యింతవరకు సరిగా తెలియదు. లోపల వున్న ఇనుము కారణ మని కొందరు చెప్పుదురు. కాని ఆ అంతర్భాగపు కేంద్రము తీవ్ర మగు ఉష్ణోగ్రతలోను అధిక పీడనములోను ఉన్నట్లు తలంచబడు చున్నది. అట్టి పరిస్థితులలో ఇనుము అయస్కాంత ధర్మములను కోల్పోవును. అదియును గాక బ్లాకెట్ అను శాస్త్రజ్ఞుని అభి ప్రాయము ననుసరించి అధిక ఉద్దీపనము(charged) నొందియున్న పరిసరములందు అంతర్భాగ కేంద్రకము (core) తన ఇరుసుమీద భ్రమించుచున్నప్పటికిని ద్రవస్థితి యందున్నదగుటచే అయస్కాం తత్వమును కలిగియుండదని తెలిపెను. భూమి యొక్కయు, సూర్యుని యొక్కయు, మరియొక నక్షత్రము యొక్కయు అయ స్కాంతిక బి భ్రమిను సుమారు వరుసగా వాటి కోణీయగతి భారమునకు (Angular Momentum) అనుపాతసామ్యములో (proportionate) ఉండును గనుక భ్రమించు ద్రవ్యరాశి ధర్మము, దానిచుట్టు ఒక సామాన్యాయస్కాంత క్షేత్రమును కలిగియుండును. ద్రవస్థితి యందున్న అంతర్భాగ కేంద్రక మున కుండు ద్రవ చలనమును (hydrodynamical motion) లెక్కలోకి తీసికొని బులార్డు అనునతడు ఆ కేంద్రకమే భౌమా యస్కాంత ధర్మమునకు మూలమని బలపరచెను. ఇనుమడింప బడిన క్షేత్రములను (contained fields) జనింపజేయు కేంద్రక విద్యుత్ప్రవాహముల ఉత్పత్తిని గూర్చి సర్వసమ్మతమగు వివరణ మెవరును జెప్పజాలకపోయిరి. అయినను భౌమాయస్కాంతపు ఉపవిద్యుత్తునకును, డైనమోకును సంబంధించిన సిద్ధాంతములకు

ఉత్పత్తి కలిగించెను. 1954 లో రంకార్న్ అనునతడు పొరలలో కనుపడు ప్రాథమిక విద్యుత్ప్రవాహముల మూల ములు అంతర్భాగకేంద్రక-బాహ్యావరణముల (core-mantle) పరస్పరసంబంధముగల చోట్ల ఉండునని సోపపత్తికముగా నిరూపించుటను బట్టి ఉష్ణవిద్యుత్సిద్ధాంతమునకు ముఖ్యాధారమేర్పడెను. బులార్డు, ఎల్సాసర్ అనువారలు కొన్ని పత్రికలలో విడిగా స్వతంత్రముగా ఒక పరిశీలనమును గావించిరి. దానిననుసరించి భూమ్యంతర్భాగపు కేంద్రకముయొక్క ద్రవచలనపు కదలికకును మరియొక ఆగంతుక (adventitious) క్షేత్రమునకును మధ్య జరుగు పరస్పర ప్రేరణ క్రియవలన భౌమాయస్కాంతమునకు మూలమగు విద్యుత్ప్రవాహములు జనించు అవకాశముగలదు. పరస్పర ప్రేరణ క్రియయొక్క మాధ్యమిక దశగుండా జరుగు ఎట్టి శక్తిజనకమునుండియైనను అయస్కాంత క్షేత్ర శక్తి జనించునని దీనివలన పర్యవసానముగా తేలిన విషయము. వీరి వాదములను బట్టి భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రము, భూమ్యంతర్భాగమున వ్యాపించియుండు విద్యుత్ప్రవాహముల ఫలితమని తెలియుచున్నది. ద్రవచలనపు కదలిక (hydrodynamical motion) వలన బహుశః ఈ ప్రవాహము లుత్పన్నములై యుండును.

భూకంప నిదర్శనము (Seismological Evidence)

ఆడమ్సు, విలియంసన్ అనువారలు కొన్ని నిదర్శనములను బట్టి భూమిని నాలుగు పొరలుగా విభజించిరి.

(1) లఘు సిలికేట్లు—సిలికాతో గూడిన పలుచని ఉపరి తలపు మట్టిపొర (100 కి.మీ.)



పటము - 4. భూమి అంతర్గతము (గోల్డుష్మిట్)

(2) భారీ సిలికేట్ల మండలము (1600 కి.మీ.)

(3) (పాలాస్టిక్) సిడరైటులను పోలియుండు నికెల్-ఇనుముల మిశ్రమపదార్థపు మండలము (1400 కి.మీ.).

(4) పూర్తిగా ఇనుముండు కేంద్రకము (3400 కిలోమీటర్లు.)

ప్రొఫెసరు గోల్డుష్మిట్ అనునతడు నికెల్-ఇనుముల మండలమునకును భారీసిలికేటు మండలమునకును నడుమ లోహపు గంధకిద ఆమ్లజనిదముల యొక్క మరియొక మండలమును సూచించెను. మరియు భూరాసాయనిక నిదర్శనములను బట్టి పైనున్న మట్టిపొర దాదాపు 10 మైళ్ళ లోతువరకు మిక్కుటముగా అగ్నిపర్వతములనుండి పరిణామము నొందిన శిలల (igneous rocks)తో గూడియున్నది.

1900 వ సంవత్సరములో భూకంప విజ్ఞానమునకు చెందిన పరికరముల యభివృద్ధివలన భూమ్యంతర్భాగ పరిస్థితులను గూర్చిన సత్యము లనేకములు బయల్పడెను. భూకంపము ఎచ్చట బయలుదేరినను, భూమిమీద మరెచ్చటనైనను ఒక యాంత్రిక సంచలనమును కలిగించును. దీనికి కారణము ఒక విధమగు స్థితిస్థాపక తరంగ ప్రసారము. ఆ తరంగములు భూగోళము మీద నున్న వివిధ పరిశోధనాలయములకు చేరు కాలములను పరిశీలించగా ఆ ప్రసార వేగమునకు వ్యాసార్ధపులోతుతో సంబంధమున్నదని (function) నిర్ణయమగుచున్నది. ముఖ్యమగు విషయము లేవనగా: (1) తమతమ ప్రత్యేక వేగములతో నున్న రెండురకముల స్థితిస్థాపకతరంగములు— సంకలనతరంగములు, కృంతనతరంగములు కలవు. ఇవి 2900 కి.మీ. వరకు వ్యాపించును. (2) 2900 కి. మీ. క్రింద ఆవేగము నశించి కృంతనతరంగము లదృశ్యమగును. ఈ వేగముయొక్క అపుదల భూమ్యంతర్భాగమును గురించిన ముఖ్యలక్షణము. దీనిని బట్టియే 'బహిర్భాగావరణము, అంతర్భాగకేంద్రకము' (Mantle and core) అను ప్రధాన విభాగము చేయబడెను.

బహిర్భాగఆవరణము (Mantle) క్రింద కృంతనపు తరంగములు అదృశ్యమగుటనుబట్టి అంతర్భాగకేంద్రకము చాలమటుకు స్థిరత్వములేని ద్రవమని ఊహించబడుచున్నది.

ఆడమ్సు, విలియమ్సన్‌లు (1923) భూకంప వేగముల నుపయోగించి 'విచెర్టు' ప్రతిపాదించిన సాంద్రతా వ్యాప్తులను గూర్చిన విషయమున కొంత యభివృద్ధి గావించిరి. వీరి పద్ధతిలో

సాంద్రతయొక్క మార్పులకు చెందిన ఊహాలు కొన్ని యిమిడీ యున్నవి. (i) సాంద్రతయొక్క మార్పు కేవల సంకోచ ఫలితము మాత్రమే. (ii) మరియు ఈ సంకోచములో ఉష్ణో గ్రత మార్పుగలదు. ఈ ఊహాలనుబట్టి వారు అనేక నిర్ణయ ములు గావించిరి. వాటిలో కొన్ని : (i) 900 కి.మీ. లోతు వరకుగల మండల మేకరీతిగా నుండదు. కనుక ఈ మండలము 'సంఘటక మార్పు' లేక 'స్థితి మార్పు' (Change of Phase) చే గుర్తించబడినది. (ii) 900 కి.మీ.ల లోతుకు క్రింద భూకంపము నకు చెందిన విలువలు అన్నిచోట్ల సమోష్ణరేఖాత్మకమగు ఏక రూపతగల మండలముయొక్క లక్షణములకు ఇంచుమించు సరి పోవుచుండును. బహిర్భాగావరణములో ఏదేని సహేతుకమగు ఏకరూపమండల ముండుచో అది 900 కి.మీ.లు 200 కి.మీ.ల లోపలనే యుండవలెను. (iii) సంఘటక పదార్థములయొక్క క్రమపరిణామములు గాని అధికపీడనముల సామ్యము గాని రెండును గాని 200 కి.మీ. 900 కి.మీ. లకు మధ్యనుండు మండలములో జరుగును. ఈ విపరిణామ మండలముయొక్క ఆవిష్కరణము చలన భూతత్వముయొక్కయు, శిలాతత్త్వము యొక్కయు పరిశోధనయం దెంతయు ముఖ్యమగుచున్నది.

మిక్కిలి ఉపరితలమందుండునట్టి కొలది దశకముల కిలో మీటర్ల లోతైనభాగము మట్టిపొర (crust) యని సామాన్య ముగా వ్యవహరింపబడును. ఇంతకన్న క్రిందిభాగమున తీవ్ర భూకంపవేగములవలన తెలియబడు ఒకవిధమగు (ultramafic) శిలలు మొదట గణింపదగియున్నవి. ఈ మట్టిపొర మిక్కిలి

పొర		లోతు కి.మీ.	వ్యాసార్ధము కి.మీ.	ఘనపరిమాణములో భాగము	10^{25} గ్రాములలో ద్రవ్యరాశి	మొత్తం ద్రవ్యరాశిలో వంతు	బహిర్భాగావరణపు ద్రవ్యరాశిలో వంతు
మట్టి (Crust)	A	0	6371	0.0155	5	0.008	0.01
		33	6388				
బహిర్భాగావరణము	B	413	5958	0.1667	62	0.104	0.15
(Mantle)	C	984	5387	0.2131	98	0.164	0.24
	D	2898	3473	0.4428	245	0.410	0.60
అంతర్భాగ	E	4982	1389	0.1516	195	0.315	
కేంద్రకము	F	5121	1250	.0028			
(Core)	G			.0076			—
మొత్తము		—	—	—	598	—	—

పలుచనిదై మడ్డిశిలలు (సెడిమెంటరీ) గ్రానైటు శిలలు మరియు బసాల్టు రాళ్ళతో గూడియుండును. భూకంపశాస్త్రజ్ఞులు ఈ పొరక్రింది భూగర్భమును ఇప్పటికి రమారమి ఒక అరడజను విభాగములుగా చేసిరి.

ఉల్కలలో ఇనుపధాతువు స్వచ్ఛమగు రూపములో లభించునట్లు అంతర్భాగ కేంద్రకము గూడ ముఖ్యముగా ఇనుముతో నిండియుండునను ప్రాచీన వాదము ఈనవీనయుగములో ప్రతిఘటింపబడుచున్నది. కున్, రిట్‌మన్ అనువారలు భూమియంతయు ఏకరూపములోనుండు ఉదజనిని కలిగియున్నదను వాదమును, రామ్‌సె అనునతడు సంఘటక మంతయు ఏకరూపములో నున్నది కాని అది ఆలివైన్ అనబడు ఖనిజమయ మనియు భావించుచున్నారు; బులెన్ అను నతడు అంతర్భాగపు పొరయందు భారీలోహముల యొక్క సంచయము అధికముగానుండియుండునని నిరూపించుటవలన ఈ వాదము తిరస్కరించబడెను. ఈ అభిప్రాయము అంతర్భాగ కేంద్రకమందు అధికాంశము ఇనుముండునను ప్రాచీన వాదమునకు క్రొత్త అవలంబనమయ్యెను. ఆ యినుము ధాతూదజని (metallic hydrogen) తో సహా కొన్ని తేలికమూలకములతో మిశ్రితమైయుండవచ్చును. అంతర్భాగ కేంద్రకము యొక్క ధర్మములు స్ఫటికరూపములో నుండు ఇనుము యొక్క ధర్మములతో నేకీభవించును. రెండింటి యొక్క సాంద్రతలు 14—15 మధ్యనుండును. మొదట స్ఫటికస్థితిలోనుండు ఇనుపకేంద్రకము, దానిపైన ద్రవస్థితిలో నుండు ఇనుము, దానిపై బహిర్భాగావరణము (Mantle) కలిసి

యొక నిజమగు ఉష్ణవ్యవస్థాపకము (Thermostat) గా నమరి యుండును. ఉష్ణము యొక్క న్యూనాధిక్యములు ద్రవీభవన రేఖను (melting curve) జరుపుటకుమాత్ర ముపయోగించును. భౌమాయస్కాంతము యొక్క ఉదాయస్కాంతిక (Hydro-magnetic), సిద్ధాంతములతో నిది సంబంధించియున్నది.

ఈ విధముగా భూ-భౌతిక శాస్త్రవేత్తలలో బహుసంఖ్యాకులు భూమి నాలుగు మండలములు కలిగియున్నదని యభిప్రాయపడుచుండిరి. (a) 71.0 కి.మీ. (44 మైళ్ళు) లోతువరకు పైనున్న మట్టిపొర. దీనియందు పై భాగమున పేరుడు మట్టి (sediment) లోతట్టున గట్టిరాళ్ళు గల గ్రానైటు ఉండును. (b) 1000 కి.మీ. (625 మైళ్ళు) లోతువరకు ఆలివైన్ ఖనిజమయము. (c) దీనితరువాత 2900 కి.మీ. (1812 మైళ్ళు) లోతువరకు (సంధిమండలము) పలురకములగు ఉల్కా ద్రవ్యములతో గూడియుండును. (d) అంతర్భాగకేంద్రకము—దీనియందు స్ఫటికస్థితియందుండు ఇనుముండును.

ఈ నిర్ణయములన్నియు పరోక్షపిధానముల ననుసరించి చేయబడినవియే గనుక ఇవియన్నియు ఒకవిధముగా ఊహామాత్రములును, తరచు పరస్పరవిరుద్ధములునై యున్నవి.

భూభౌతికశాస్త్రము ముఖ్యముగా భూమిలోపల రెండు ప్రధాన మండలములు గలవని తెలుపుచున్నది. ఒకటి, మొత్తము భూవ్యాసార్ధములో సగముకన్న ఎక్కువ వ్యాసార్ధముగల అంతర్భాగ కేంద్రకము (core)— ఇది గాఢమగు ధాతుద్రవముతో గూడియుండును. రెండవది తక్కువ సాంద్రతగల బహిర్భాగా

వరణము(mantle). దీనియందు ఆలివైను రాళ్ళు, లోహ మెగ్నీషియ సైకతములు ఉండును. వీటి మధ్య సంధిమండలమును గూడ నంగీకరింపవలసి యుండును. అనేక భూభౌతిక, భూరాసాయనిక (geophysical and geochemical) కార్యములకు స్థానమైన ఈ మండలముయొక్క ఉనికినిగూర్చి అభిప్రాయ భేదములు లేవనవచ్చును. ఈ సంధిమండలమే బహిర్భాగావరణమందు (mantle) జరుగుచుండు విషయముల కన్నిటికి కీలక స్థానమై యుండును. మనము దాని స్వభావమునుగూర్చి తెలిసికొనిన యెడల భూమ్యంతర్భాగమునందలి చలనములనుగూర్చి సులభముగా తెలిసికొనగలుగుదుము.

అతి దీర్ఘకాల వ్యాప్తమగు క్రమపరిణామక్రియవలన నేర్పడినవై యుండునని సూచించిరి. నదీలోయలు కోసుకుపోవుక్రమమును లెక్కచేసి వారు భూమి వయస్సును పదిలక్షల సంవత్సరములకు పైగా అంచనావేసిరి. అనంతములగు పొరలు అప్పటికే నిర్మింపబడినవి. అవి అత్యధికముగా పెరిగి 500,000 అడుగులున్నవి. ఒక అడుగు పొర అవుటకు పట్టుకాలమును తెలిసికొని దానిని 5,00,000 లతో హెచ్చించినపుడు మనకు మొత్తమువయస్సు తెలియును. ఈ విధముగా లెక్కచేయగా ఈ భూమి అంతయు 25 కోట్ల సంవత్సరముల క్రితమే ఏర్పడినట్లు తెలియుచున్నది. భూభాగము, సముద్రభాగము ఒకదానితో నొకటి ఆక్రమణ కొరకై పదేపదే పెనగులాడుట ప్రారంభించి ఇప్పటికి యుగయుగాలు గడిచిపోయియుండునని సులభముగా తెలియగలదు.

1898 లో జొలీ అను శాస్త్రజ్ఞుడు నదులు ప్రతి సంవత్సరము కొలది లవణములను సముద్రమునకు చేరవేయుచుండును, కాన దానిచే సముద్రము వయస్సు తెలుసుకోవచ్చునని గ్రహించెను. అతడు సోడియము లవణములను వయస్సును నిర్ణయించుటకు తగినవని సూచించెను. ఈ దృష్టితో ప్రపంచమందలి ముఖ్యమగు నదులు సంవత్సరమునకు 15.6 కోట్ల టన్నుల సోడియమును లవణ రూపములో సముద్రమునకు చేరవేయుచుండునని అంచనావేయబడెను. భూతత్వశాస్త్ర కాలమునందు ప్రతి సంవత్సరము ఏకరీతిగానుండునని భావించిన మహా సముద్రముల వయస్సు ఇప్పటికి 8.1 కోట్ల సంవత్సరములకు

మించదు. కాని ఈ నిర్ణయమును భూతత్వశాస్త్రజ్ఞులు పలువురు అంగీకరించలేదు. వారందుల కీ క్రిందిఅభ్యంతరములను చూపిరి. సముద్రము లేర్పడునప్పుడే వాటియందు లవణము లుండియుండెను. సముద్రములోనికి లవణపదార్థము చేరుచుండు క్రమము ఎల్ల కాలములందు, ముఖ్యముగా హిమయుగములలో, ఏకరీతిగానుండుట అసంభవము. మనకిప్పుడు తెలిసిన పర్వతము లంత ఎత్తు భూమి ఎప్పుడును లేదనియు నిరూపించబడినది. అందువలన యీ లెక్క సరిఅయినది కాదు.

ఈ విషయముల నన్నిటిని పరిశీలించినమీదట సముద్రము లోనికి సంవత్సరమునకు గొనిపోబడు ఉప్పు రూపములోని సోడియను 3.5 కోట్లు టన్నులుండునని తలచినచో మహా సముద్రములవయస్సు 33 కోట్ల సంవత్సరములు. 1921 లో బ్రిటిష్ అసోసియేషన్ సమావేశమందు జె. డబ్ల్యు. గ్రెగరి అను నతడు పై విలువను 5 చే హెచ్చించినచో అధికము కానేరదు గనుక భూమి వయస్సు $5\times33=165$ కోట్ల సంవత్సరము లుండునని చెప్పెను.

సౌరకుటుంబము యొక్క ఉత్పత్తిని గూర్చి ఏ సిద్ధాంతము ననుసరించి నైనను భూమియొక్క వయస్సుకంటె సూర్యుని వయస్సు అధికమైయుండవలెను. సూర్యుని యొక్క బృహచ్ఛక్తి ప్రసారమంతయు గురుత్వాకర్షణమువలన దాని ద్రవ్యరాశి యొక్క సంకోచఫలితమని యంగీకరించినచో ఆ గోళముయొక్క ఉష్ణవ్యవధి 4.6 కోట్ల సంవత్సరములుండునని లెక్కవేయబడెను. డా. జెఫ్రీస్ సౌరకుటుంబము యొక్క

వయస్సు సుమారు 250 కోట్ల సంవత్సరము లుండునని అంచనావేసెను. సర్ జేమ్స్‌జీన్సు అనునతడు చంద్రమండలము యొక్క ఉత్పత్తినిగూర్చిన వేలసిద్ధాంతము (Tidal theory) ను బట్టి భూమి వయస్సు 500 కోట్ల సంవత్సరములని నిర్ణయించెను. సూర్యకుటుంబము క్షీరపథము (milky way) నుండి చేసిన ప్రయాణమును బట్టి వేరొక ఖగోళశాస్త్రజ్ఞుడు దాని వయస్సు 200, 300 కోట్ల సంవత్సరముల నడుమ ఉండునని తేల్చెను. కాని యథార్థమున కీ వాదములన్నియు అసంతృప్తి కరములుగనే తోచుచున్నవి.

ఇంతలో భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు ఈ సమస్యను పూర్తిగా భిన్నపథమందు సాధించుచున్నారు. భూమి సూర్యమండలము నుండి యేర్పడెను. కనుక అది అంతగొప్ప ఉష్ణోగ్రతనుండి ప్రస్తుతపు అల్పఉష్ణోగ్రతకు చల్లారెను. ఈ క్రియ నందు మొదలు ఘనస్థితిగల పై పొర ఘనీభవించెను. అది చల్లారిన వేగక్రమము (rate) భూమియొక్క పై భాగమునుండి ఉష్ణ ప్రసారము జరుగు క్రమము మీద ఆధారపడియుండును. లార్డు కెల్విన్ భూమ్యుపరితలమునందలి కొన్ని నమూనా రాళ్ళ యొక్క వాహకత (conductivity) కొలిచెను. ఈ విలువను భూమియందలి శిలపైన మందమును జతపరిచి ఇప్పటికి భూమి ఈ స్థితికి చల్లబడుటకు 2.5 నుండి 4 కోట్ల సంవత్సరములు పట్టునని చెప్పెను. ఈ విలువలు జోలీ మున్నగువారు చెప్పిన వాటితో మిక్కిలి భేదించుచున్నవి. కాని యిప్పటికే పరిణామ వాదము (Theory of evolution) బయలుదేరి జీవశాస్త్రజ్ఞులు

వివిధ పరిణామస్థితులకు పట్టుకాలపరిమితులను ఏర్పరచిరి. వీరిచే భూగర్భశాస్త్రజ్ఞుల సాయమున నిర్ణయింపబడిన శిలాక్రమము లేర్పడుటకు పట్టుకాలములు డబ్ల్యు. థామ్సను (లార్డు కెల్విన్) అదేవిషయమును గూర్చి చెప్పిన కాలములకంటె దీర్ఘముగా నున్నవి. రశ్మిఉదారత (radio-activity) కనిపెట్టబడిన పిదప కెల్విన్ చేసిన తర్కమునందలి లోపము బయల్పడెను. భూమి తన ఉష్ణశక్తి మీదనే ఆధారపడి దానినే వ్యయపరచుచున్నదని భావించుట అతనిపొరపాటు. భూమిలో నింకొక స్వతంత్రమగు ఎడతెగని ఉష్ణజనకముకలదని అతడు కలలోనైనా తలచలేదు. శిలలందును, ఖనిజములందును జరుగుచుండు కేంద్రకణప్రసారణ (radio activity transformations) వలన విడుదల చేయబడు శక్తియే స్వతంత్రమగు ఉష్ణోత్పత్తి.

కేంద్రకణప్రసారణము కెల్విన్ యొక్క తప్పును బయల్పరచుటయేగాక భూగర్భశాస్త్రజ్ఞులకు భూతత్వకాలమును నిర్ణయించుటలో అత్యంతోపయుక్తమగు విధానమును చూపెను. ప్లియోక్రోయిక్ హాలోస్ అనబడు చిన్నవలయాకారములవలన శిలలలో యురేనియము, థోరియంలు గలవను విషయము తెలిసెను. 1907 లో జోలీ ఈ ప్లియోక్రోయిక్ హాలోసు మధ్యభాగములందున్న సూక్ష్మపదార్థముల కేంద్రకణప్రసారము వలన నేర్పడుచున్నవని చూపెను.

పరివేషముయొక్క రంగు (1) మధ్యనున్న పదార్థము యొక్క కేంద్రకణప్రసారము మీదను (2) అది ఉండు ఖనిజము యొక్క వయస్సుమీదను ఆధారపడియుండును. హీలియం పర

మాణువులు క్రమముగా ప్రోగైనకొలది ఆపరివేషము రంగు గాఢమగుచుండును. ఈ హేలోలు ముఖ్యముగా ప్రాచీనశిలలందే యుండుట గమనింపదగిన విషయము. టెర్షరీ యుగమునకు చెందిన గ్రానైటు రాళ్ళలో ఇట్టివి లేక యుండును. కాగా డెవోనియన్ యుగమునకు చెందిన అభ్రక గ్రానైట్లలో అవి బాగుగా అభివృద్ధినొందినట్లు కనబడును. జోలీ, రూధర్ ఫర్డులు కార్లోకుచెందిన గ్రానైటులోని పరివేషముయొక్క వయస్సును వాని రంగునుబట్టి కనుగొన ప్రయత్నించిరి. కేంద్ర కణప్రసార మును, అది పనిచేసిన కాలమును కొలుచుటకు అనుకూల మగు నియమిత పరిస్థితులలో అభ్రకమునందు కృత్రిమమగు పరివేషములు పరిశోధించబడెను. ఈ కృత్రిమపు పరివేషములు ఎక్కువ శక్తిమంతమయిన వాటిచేత తక్కువ కాల వ్యవధిలో చేయబడెను. ఇంక స్వాభావికపు పరివేషము తక్కువ శక్తిగలవాటితో దీర్ఘకాల వ్యవధిలో ఏర్పడినది. ఒక స్వాభా వికపురంగు మొదటిదానితో సరిసమానముగా నున్నదను కొందము. ఇప్పుడు మధ్యభాగమందుండు రంగును అంచనా వేయగలుగుచో, అది పనిచేసిన కాలవ్యవధిని సులభముగా లెక్క వేయవచ్చును. ఈ విధముగా కనుగొనబడిన కాలము ఆ పరివేషము యొక్కయు, ఆ ఖనిజముయొక్కయు వయస్సు నకు కొలత కాగలదు.

ఇక స్వాభావికపు పరివేషము మధ్యనున్న జిర్కానుయొక్క కేంద్రకణప్రసారమును కొలుచుట యొక సమస్య. 10% కంటె అధికశాతము యురేనియముగల జిర్కాను పదియు

లేదు. సాధారణముగా లేతరంగులు తక్కువ విలువలను, ముదురు రంగులు పెద్దవిలువలను ఇచ్చును. జోలీ, రూధర్ ఫర్డులు కడపటికి రమారమి 47.0 కోట్ల సంవత్సరముల విలువను తేల్చిరి.

యురేనియం పరమాణువు విఘటనము చెందుచు అనేక పరిణామముల చెంది చివరికి (disintegrating) కేంద్రకణ ప్రసారము లేని సీసముగా పరిణమించును. ఈవరుసలో ఒక యురేనియం పరమాణువు విచ్ఛిన్నమగుచు తుట్టతుదకు ఎనిమిది హీలియం కణముల నిచ్చును. కనుక మనము యురేనియం విచ్ఛిన్నమగు వేగక్రమమును, ఒక శిలయందు ప్రోగగు హీలియం యొక్క మొత్తమును కనుగొనగలుగుచో ఆ శిల యేర్పడుటకు పట్టు కాలమును పొందవచ్చును.

యురేనియం విచ్ఛిన్నమగు వేగక్రమము ప్రయోగశాల యందు పరిశీలనపూర్వకముగా లెక్కవేయబడినది. ఈ విధానము ననుసరించి ఒక నమూనారాతి యొక్క వయస్సును నేరుగా కనుగొనవీలగుటయే గాక ముఖ్యముగా ఏ శిలలందు సీసపు నిష్పత్తి లభించని కేంద్రకణ ప్రసారక ఖనిజములుండునో అట్టి శిలల నిర్మాణకాలములను నిర్ణయించుటలో ప్రత్యేకముగా ఇది ఉపయోగించును.

1896 వ సంవత్సరములో ఫ్రెంచి శాస్త్రజ్ఞుడు బెక్వెరెల్ యురేనియం లవణములు, ఖనిజములు నల్లని కాగితము గుండ చొచ్చుకొనిపోవునట్టియు, వాటియం దుంచ బడిన ఫోటోగ్రాఫ్ ప్లేటుమీద గుర్తులు చేయగలుగునట్టియు

అదృశ్యకిరణములను ప్రసరింపజేయునని ఒక గొప్పవిషయమును తెలిపెను. ఈ నూతన చరిత్రాత్మకవిషయముమీద క్యూరీదంపతు లీ అన్ని మూలద్రవ్యములతోను అనేక ప్రయోగములు సలిపి రేడియం, థోరియం, పొలోనియం అను మూలద్రవ్యములు కేంద్రకణ ప్రసారకములని కనుగొనిరి. వాటిలో ముఖ్యముగా రేడియం యురేనియం కంటె సుమారు 1,00,000 రెట్లు అధిక శక్తి కలదని కనిపెట్టబడెను. నిజానికి రేడియో శక్తి గల మూలద్రవ్యములు ఇప్పటికి ముప్పదికి పైగా కనుగొనబడినవి. అవి యన్నియు యురేనియం, థోరియం మాతృకములుగా గల రెండు ప్రధాన వర్గములకు చెందియున్నవి.

లార్డు రేలే సింహళములో దొరికిన థ్రోనియనైట్‌లో నుండు హీలియం ప్రోగగుటకు 28.0 కోట్ల సంవత్సరములు పట్టునని అంచనావేసెను. ఇపుడు ఒక ఖనిజములో కలిగిన యురేనియం, దానియందు ప్రోగైన యురేనియపు సీసం తెలిసికొన్నచో దానికి పట్టిన కాలమును లెక్కవేయవచ్చును.

ఈవిధముగా కేంద్రకణప్రసారక ఖనిజము యొక్క విఘటనమునుబట్టి, ఒక శిలయందలి హీలియం కొలతను బట్టి ఆ శిలా నిర్మాణమునకు పట్టిన కాలము సుమారు 55.0 కోట్ల సంవత్సరములై యుండునని అంచనావేయబడెను. ఈ సందర్భములలో యురేనియం సీసమును బట్టి లెక్కవేసిన వయస్సు, థోరియం సీసమును బట్టి లెక్కించిన దానికంటె చాల యెక్కువగా నుండుట గమనించదగియున్నది. అగ్నిజ శిలలలో నుండు మొత్తము సీసపు పరిమాణమును బట్టి హెచ్. యన్. రసెల్

భూమి వయస్సు 200 నుండి 800 కోట్ల సంవత్సరముల మధ్య నుండునని చెప్పెను. భూమి యొక ప్రత్యేకగోళముగా రూపొందినదని తలంచినచో దాని వయస్సు 3300 - 5000 మిలియన్ల సంవత్సరముల మధ్య నుండును. జి. వి. విస్కొలిచ్ అను శాస్త్రజ్ఞుడు మట్టిపొరలోనుండు సాధారణ మిశ్రమమగు 207/206 సీసమునుండి భూమి వయస్సు 500.0 కోట్ల సంవత్సరము లుండుననియు; భూమిలోని ప్రాథమికసీసమును బట్టి వయస్సు 430.0 కోట్ల సంవత్సరములనియు; సీసమునుండి Ac U సీసమునుబట్టి భూమి వయస్సు 570.0-600.0 కోట్ల సంవత్సరములమధ్య నుండుననియు; ఇనుప ఉల్కలలోనుండు హీలియంమబట్టి 530.0 కోట్ల సంవత్సరములనియు చెప్పెను.

1941 లో, ఎట్టి శిలకైనను అత్యధికమగు వయస్సు 185.0 కోట్ల సంవత్సరములనియు, దానినిబట్టి భూమియొక్క వయస్సు 200.0 కోట్ల సంవత్సరములుండుననియు నిర్ణయించబడెను. 1946 వ సం. లో ప్రొఫెసరు ఎ. ఓ. నేయిర్ కేంద్ర కణప్రసారక శిలలలోని సీసపు ఖనిజములయొక్క సమస్థానీయముల (Isotopic compound) నుండి భూమివయస్సు 335.0 కోట్ల సంవత్సరములని నిర్ణయించెను. 1954 లో రోములో జరిగిన అంతర్జాతీయ భూ-భౌతికశాస్త్రజ్ఞుల (geophysists) సమావేశమునందు భూమి 450.0 కోట్ల సంవత్సరములకు పూర్వము జనించెనని సూచింపబడెను. ఈ విధముగా భూమి వయస్సునుగూర్చి ఉషర్ మతాచార్యుని కేవల ఊహ మొదలు కొని నేటివరకు వెలువడుచున్న అభిప్రాయములను గమనించ

వచ్చు. దీనినిబట్టి భూమి వయస్సుయొక్క పరిమితి 1960 లో ఎంతగా నిర్ణయింపబడగలదో చెప్పజాలము.

పైని చేయబడిన అంచనాలు కొన్ని వివాదాస్పదము లగు భూగర్భనిర్మాణముల యొక్క వయఃపరిమితులను గూర్చి చెలరేగిన అనుమానములను తొలగించుటయే గాక భూతత్వపు కాలపరిమాణమునకే ఒక స్థిరమగు ఆధారము నేర్పరచెను.

ఈ సందర్భమున "ప్రారంభచిహ్నములు దొరకుట లే" దను హట్టన్ నుడివిన మాటను స్మరించుట సహేతుకమే యగును. ఏలయన ఇప్పటి అత్యంత ప్రాచీన శిలలన్నియు అంతకుపూర్వముండి యున్న శిలలనుండి ఉద్భవించినవే గనుకను ఈ మాతృకా శిలాశేషము లిపు డెచ్చటజూచినను మృగ్యమే గనుకను ఆ మాట సత్యమే యగును. కనుక భూమి ఇప్పటి అత్యంతప్రాచీన శిలలకంటె ప్రాచీనమైనదనిచెప్పవచ్చును. భూమి వయస్సు 385.0 లేక 400.0 కోట్ల సంవత్సరములకంటె మించియుండుననియు 1,000.0 కోట్ల సంవత్సరములకంటె తక్కువగానుండుననియు చెప్పుటకన్న వేరొక నిర్ణయమును ప్రస్తుతము చేయజాలము.

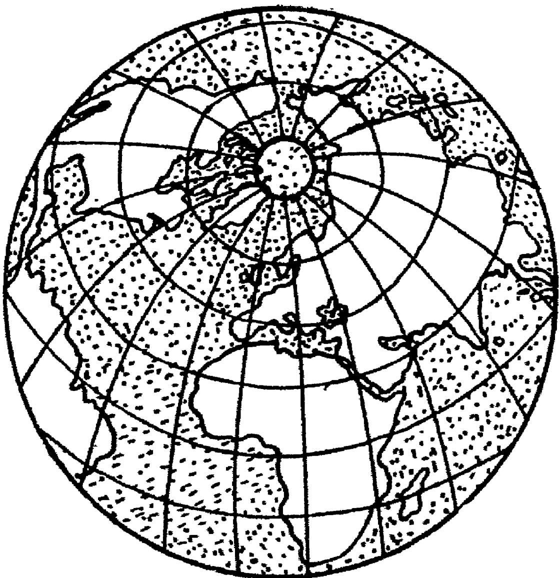
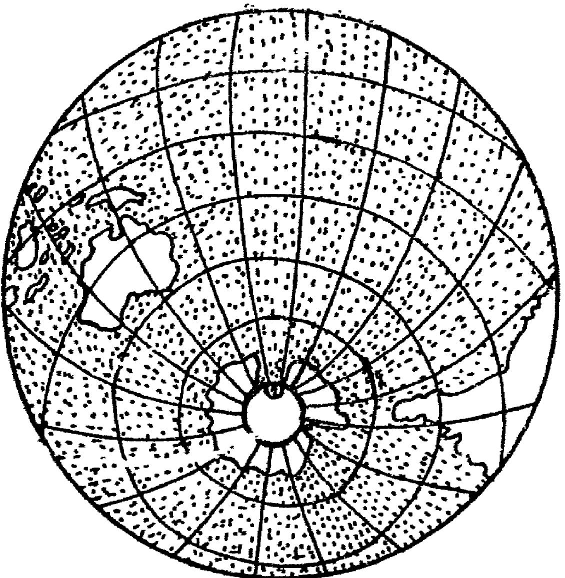
అధ్యాయము 5.

ఉపరితల లక్షణములు

భూమ్యుపరితలమునందు ప్రధానముగా మహాసముద్రములు, ఖండములు చేరియున్నవి. మొత్తము భూతలములో ¾ వంతులు జలముచేతను, మిగిలినది స్థలముచేతను ఆక్రమింపబడియున్నది. సముద్రభాగము 36.1కోట్ల చదరపు కిలోమీటర్లు (13.94 కోట్ల చ. మై.) అనగా మొత్తములో 71% కలదు. స్థలభాగము 149 మిలి. చ. కి. మీ. (57.5 మిలి. చ. మై.) లేక మొత్తములో 29% ఉండును. మొత్తం ఉపరితలము 510 మి. చ. కి. మీ. (196.9 మి. చ. మై.)

స్థలభాగము అధికముగా ఉత్తరార్ధగోళమునందే యున్నది. కాగా దక్షిణార్ధగోళమందు చాలమట్టుకు సముద్రములు నిండియున్నవి. కనుక మొదటిదానిని స్థలార్ధగోళమనియు, రెండవదానిని జలార్ధగోళమనియు వరుసగా పిలుచుచుందురు.

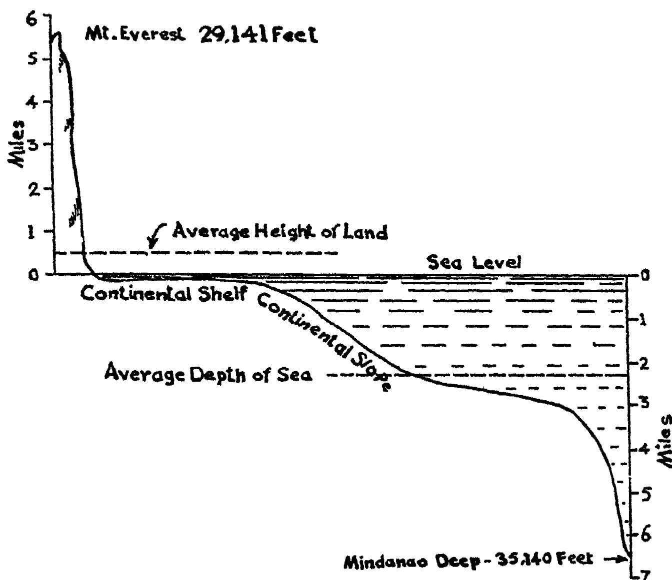
ఖండ భూమిక, సముద్ర భూమిక యని రెండు ప్రధానమగు మట్టములు గలవు. తీరమండలమును దాటి సగటున 200 మీటర్ల లోతువరకు వ్యాపించియున్న 'ఖండపు సొరుగు' continental shelf) అనబడు మునిగియున్న బయటి హద్దు కూడ స్థలభూమిక (land platform) లో చేరయున్నవి. 6 వ పట

పటము - ౫

స్థలజలార్ధగోళములు

ములో పర్వతశిఖరము మొదలు, సముద్ర అగాధముల వరకు గల వివిధములగు మట్టము తీయబడినవి.



పటము - 6

నైసర్గికస్థితిని గూర్చిన కొన్ని అంశము ఈ పటమునందు చూడనగును.

ఇప్పటికి తెలిసిన అత్యున్నత భూభాగము 'ఎవరెస్టు శిఖరము'— సముద్ర మట్టముపైన 8840 మీటర్లు. అత్యగాధము 'స్వైర్-అగాధము'—సముద్ర మట్టముక్రింద 10800 మీటర్లు. స్థలభాగము యొక్క సగటుఎత్తు— సముద్రమట్టము

పైన 825 మీటర్లు. జలభాగము యొక్క సగటు లోతు— సముద్రమట్టము క్రింద 3800 మీటర్లు.

స్థల వేదిక (**Land platform**) :

ఖండములు సముద్రము నుండి నిలువుగా పైకి లేచిన విశాలములగు భూప్రదేశములు. సముద్ర మట్టమునుండి ఇవి సగటున అరమైలు ఎత్తున ఉండును.

మైదానములు, పీఠభూములు, ఎగుడుదిగుడుగా నుండు పర్వతములు ఈ ఖండముల యొక్క మిక్కిలి సాధారణమగు ఉపరితల లక్షణములు.

వాటియందు అగ్నిపర్వత సంబంధమైనట్టి గాని, మడ్డిమట్టి సంబంధమైనట్టి గాని శిలామయమగు 6-8 మైళ్ల మందముగల పొరలుండును. ఖండములలో అధిక భాగములు హద్దుల మీద ఎత్తైన పర్వతములచేతను, లోపలి భాగములు విశాల మైదానములచేతను ఆవరింపబడియున్నవి. ప్రధానమగు పర్వత విధానములు రెండు వరుసలుగా నమరియున్నవి. ఒకటి 'పసిఫిక్ ఆవృతము'— పసిఫిక్ మహాసముద్రమును అనుసరించియున్నది. రెండవది 'ఆల్పైన్ హిమాలయము'— యూరేషియా దక్షిణ భాగమందున్నది. ఆల్ప్సులు, హిమాలయములు, యూరల్సు, ఏండీస్, ఉ. అమెరికాలోని కార్డిలీరియన్ పర్వతములు— ఈ శ్రేణులలోని అత్యంత ముఖ్యములగు పర్వతములు.

చుట్టుపట్ల నుండు స్థలముకంటె ఎత్తుగా నుండి సువిశాలమగు ఉపరితల భూములను పీఠభూములందురు. దక్కను పీఠ

భూమి, దక్షిణాఫ్రికా పీఠభూమి ఇట్టి లక్షణములకు ముఖ్యో దాహరణములు. ఇంక మైదానములనగా చుట్టుపట్ల నుండి చెప్పదగినంత ఔన్నత్యము లేని విశాలమగు పల్లపు భూమండలములు.

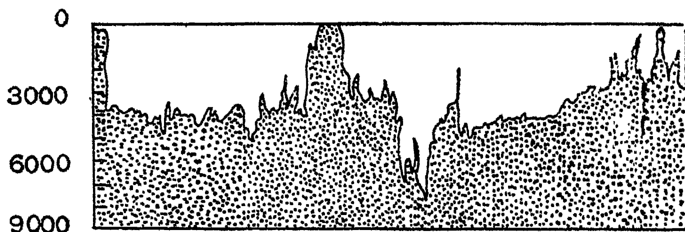
మార్పుచెందు భూతలము

మనకిప్పుడు కనుపడుచుండు భూతల దృశ్యము శాశ్వతముగా నుండినదేమో యనిపించుచుండును. కాని నిజానికి దానియందొక క్రమమగుమార్పు జరుగుచున్నట్లు దీర్ఘకాలము గడచినమీదట మనకు తెలియగలదు. భూతత్వశాస్త్రరీత్యా ప్రస్తుత హిమాలయము లున్నచోటు పూర్వము మహాసముద్రముగానుండెను. ఏలయన హిమాలయములోని శిలలన్నియు సముద్రము లోనుంచి వచ్చినట్లు కన్పట్టుచున్నవి పవనమువల్ల మార్పు, శైథిల్యము మున్నగు శక్తులు పర్వతములను నిరంతరము చదునుచేయ యత్నించుచుండగా భూమిలోని అంతర శక్తులు, చలనములు వాటిని పైకి లేవనెత్తుచు ఆ లోటును సరిచేయుచున్నవి. సమస్థితి స్థాపకమగు ఈ క్రియ 'ఇసోస్టెసీ' అనబడును. భూకంపము లిట్టి చలనముల కుదాహరణములు. సాధారణముగా భూకంపములకు లోనగు మండలములన్నియు పర్వతశ్రేణుల ననుసరించియేయుండుట గమనింపదగియున్నది.

జలవేదిక (Ocean Platform):

సముద్రపుటడుగు భూములు కూడ ఖండములవలెనే కొన్ని నిర్మాణలక్షణములను కలిగియున్నవి. ఖండపు చదును

నేలలు (continental shelf) ఏటవాలు గాక సముద్రమందు లోతైన లోయగట్లు, మడుగులు, కాలువలు, అఖాతములు, అగాధములు అను భాగములు కూడ ఉండును.



పటము - 7

ఖండపు సొరుగులు ప్రధానముగా భూతత్త్వకాలను నందు అర్వాచీన యుగమందలి నిర్మాణాత్మకమైన కప్పులవలె నుండుటయేగాక వివిధకాలములకు చెందిన పలువిధములగు శిలలు శిథిలమైన లక్షణములను గూడ కలిగియుండును.

భూఖండపు శైథిల్యములకు ప్రతిగా సముద్రములోగూడ శైథిల్యము లేర్పడుచు భూభాగమందలి నైసర్గిక పరిణామము లను బోలిన సహజపరిణామములను సముద్రములలో గూడ నేర్పరచుచుండును. ఈ శైథిల్యములవలన సముద్రపు లోయలు లేక గొప్ప అగాధము లేర్పడుచుండును. ఈ అగాధముల పుట్టుకను గూర్చిన విజ్ఞానము మిక్కిలి విచిత్రముగానుండును.

భూగోళము యొక్క ఈ నైసర్గిక లేక ఉపరితల లక్షణ ములు మన దృష్టికి బ్రహ్మాండమంతవిగా గోచరించినను భూవ్యాసార్ధమును బట్టి అవి అంత లెక్కింపదగినవిగా నుండవు. వాటిమధ్య నిష్పత్తి 12 : 4000 ఉండును.

పదకోశము

అక్షము Axis

అగ్నిశిలలు Igneous rocks

అహాంతర పరిణామము Cataclysmic change

అండవృత్తము Elliptical path

అంతర్భాగ కేంద్రము Core

ఆగంతుక క్షేత్రము Adventitious

ఇనుమడింపబడిన క్షేత్రములు Contained fields

ఉదాయస్కాంతిక Hydro magnetic

ఉష్ణవ్యవస్థాపకము Thermostat

ఉష్ణోగ్రతా భేదక్రమము Temperature gradient

ఉద్దీపనము Charge

పటువాలు చలనము Wobbling

కేంద్రవసార బలము Centrifugal force

కేంద్రీయ ప్రతిక్రియలు Nuclear reactions

కోణీయ గతిభారము Angular momentum

క్షీరపథము Milky way

ఖండపు సొరగు Continental shelf

జడవేగము Inertia

జలవేదిక Ocean platform

జంటనక్షత్రము Twin star

తరంగవేలల సిద్ధాంతము Tidal theory

ద్రవచలనము Hydrodynamic motion

ద్రవీభవన రేఖ Melting curve

ధాతూదజని Metallic hydrogen
నక్షత్ర వీధి Galaxy
నక్షత్ర నీహారికలు Nabulae
పరిణామ వాదము Theory of evolution
పరిభ్రమణము Rotation
బాహ్యావరణము Mantle
భ్రమణము Revolution
భూతత్త్వ కాలపరిమాణము Geological time scale
భూభౌతిక శాస్త్రము Geophysics
భూమాయస్కాంత నిదర్శనము Geomagnetic evidence
భూరసాయనిక శాస్త్రము Geochemistry
మట్టిపొర Crust
మడ్డిశిలలు Sedimentary
రశ్మి ఉదారత Radio activity
వాహకత Conductivity
శిలాశాస్త్రము Petrology
సమస్థానీయములు Isotopes
సైకతీయములు Silicates
సౌరకుటుంబము Solar system
సౌరావరణ Solar envelop
స్థలవేదిక Sand platform
స్థితిమార్పు Change of phase
స్థిరపదార్థము Rigid body

★

డాక్టర్ సూరి బాలకృష్ణ

ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయమునుండి (1953) లో ఎం. ఎస్సీ పట్టమునుపొంది ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయములో భూగర్భ శాస్త్రశాఖలో ఉపన్యాసకులుగా చేరినారు. 1956 లో ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయము వీరికి పిహెచ్. డి. ని ప్రసాదించినది. 1956–57 లో వీరు హార్వర్డ్ విశ్వవిద్యాలయములో ప్రపంచ ప్రఖ్యాత భూభౌతిక శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రొ॥ ఫ్రాన్సిస్ బర్చ్ వద్ద పరిశోధనలు జరిపినారు. ఇంతవరకు విఖ్యాత శాస్త్రీయ పత్రికలలో ఇరువై కిపైగా భూతత్త్వభూభౌతిక శాస్త్రములలో పరిశోధన ఫలితాలను ప్రకటించినారు. ప్రస్తుతము వీరు "సామాన్య పీడనము వివిధ భారతీయశిలల భౌతిక ధర్మాల"ను గురించి పరిశోధనలు జరుపుతున్నారు. ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయ భూతత్త్వశాస్త్రశాఖలో రీడర్ గా పనిచేస్తూ ఉంటున్నారు.

అధ్యాయము 4

భూమియొక్క వయస్సు

భూవయస్సును నిర్ణయించుటకంటె ఆకర్షణీయమగు సమస్యలు చాలా కొలదిగా గలవు. వేలకొలది సంవత్సరముల నుండి మనుజులు ఈ నిగూఢమగు ప్రకృతిరహస్యమును తెలిసి కొనుటకై ప్రయత్నించుచుండిరి. ఇరవై లక్షల సంవత్సరములకు పూర్వము అవ్యక్తమునుండి భూమి ఉద్భవించెనని చాల్డియామత గురువులు తలంచినట్లు సిసిరో తెలిపెను. హిబ్రూ కాలగణనా పథకములందు బిషప్ ఉషర్ క్రీ.పూ. 4004 వ సం. అక్టోబరు 26 వ తేదీన 9 గంటల ప్రాతస్సమయము భూమి సృష్టింపబడిన శుభముహూర్తమని నిర్ణయించెను. మత సంప్రదాయమునందీ నిర్ణయము ఆమోదింపబడెను. పర్షియా దేశపు జొరాష్టరు భూమి అప్పటికి 12,000 సంవత్సరములనుండి యున్నట్లు తలచెను. బాబిలోనియా జ్యోతిష్కులు అయిదు లక్షల సంవత్సరములకు పూర్వమునుండి భూమియున్నదని తలంచిరి. కాలము, భూమి అనాది యని భారతీయ వైదిక సిద్ధాంతము.

'భూవయస్సు' అను పదమును రెండువిధములుగా వివరించవచ్చును. (1) సూర్యగోళమునుండి ఇతర గ్రహములతో పాటు భూమి తెల్లని వేడియగు ఆవర్తవాయురూపములో విడి

పోయినప్పటినుండి గడచిన కాలము. ఇది జ్యోతిస్సిద్ధాంతరీత్యా 500 (700 కావచ్చు) కోట్ల సంవత్సరముల వయస్సు. (2) భూమిమీది మట్టి ఘనీభవించి భూతత్వపరిణామము లనేకములు జరుగుట ప్రారంభమైనది మొదలు ఇప్పటికి గడచినకాలము భూతత్త్వశాస్త్రరీత్యా చెప్పబడు వయస్సు. జీవశాస్త్రజ్ఞులును జీవశాస్త్రరీత్యా కాలపరిమాణమును సూచించిరి.

శిలా సంబంధమగు సమాచారమే భూతత్వశాస్త్రవేత్తలకు ఆధారగ్రంథము. అది విశ్వసృష్టి గ్రంథము తరువాత పురాతనత్వములో రెండవది మాత్రమే. ఇతర లిఖిత గ్రంథములు కాల గర్భమున అణగిపోయినట్లు ఇదియు అతి స్వల్పముగా మాత్రమే శేషించి చదువుటకు (తెలిసికొనుటకు) కష్టసాధ్యమైయున్నది. ఈ యాధార గ్రంథమును భూతత్త్వశాస్త్రజ్ఞులు అయిదు భాగములుగా చేసి తరువాత అధ్యాయములుగా విభజించిరి. ఈ గ్రంథము యొక్క విషయసూచిక 'భూతత్వ కాలపరిమాణము' (geological time scale) అని సాధారణముగా వ్యవహరింపబడును.

19 వ శతాబ్ద్యారంభమున భూతత్త్వశాస్త్రము యొక్క ఉత్పత్తితో భూమి వయస్సునుగూర్చి అనేకపరిశోధనలు ప్రారంభమయ్యెను. వానిలో మిక్కిలి వ్యత్యాసము లున్నను మొత్తము మీద దాని వయస్సు అనేకకోట్ల సంవత్సరము లుండునని తేలెను. ప్రాచీన శాస్త్రవేత్తలు మన మిపుడు గాంచుచున్న భూతలమందలి ప్రకృతి దృశ్యములు హఠాత్తుగా నేర్పడినవిగాక